



Research Article

Impact of six essential oils on strawberry gray mold

NASSER BEIKZADEH[✉], HAMID AFZALI

Khorasan Razavi Agricultural and Natural Resources Research and Education Center,
AREEO, Mashhad, Iran

Received: 05.07.2020

Accepted: 22.09.2020

Beikzadeh N, Afzali H (2020) Impact of six essential oils on strawberry gray mold. *Plant Pathology Science* 9(1):129-140. DOI: 10.2982/PPS.9.1.129.

Abstract

Introduction: Gray mold caused by *Botrytis cinerea* is the most important disease after strawberry fruit harvest. The use of chemical fungicides can have a negative effect on the health of consumers, so the use of plant essential oils for disease management has been considered. The effect of six plant essential oils on the pathogen and the contamination of strawberry fruits was investigated in this research to identify suitable essential oil to control the disease. **Materials and Methods:** The pathogen was isolated from infected strawberry fruits in northeastern Iran. The inhibitory effect of different concentrations of peppermint, savory, caraway, cumin, eucalyptus and thyme essential oils on mycelial growth and germination of the pathogen spores was tested by mixing them with culture medium. Then, the effect of these essential oils in liquid and vapor phases on the contamination of strawberry fruits was tested. After normalization, the data of these experiments were analyzed by analysis of variance with MSTAT-C software and the means were compared with Duncan test. **Results:** Essential oils of caraway and eucalyptus had the greatest effect in inhibiting the growth of pathogen mycelium. Essential oils of caraway, cumin, savory, thyme and peppermint had the greatest effect in inhibiting the germination of pathogen spores. The essential oils of caraway, cumin, savory, thyme and peppermint in the vapor phase, the essential oils of caraway and eucalyptus in the liquid phase, prevented further contamination of the fruit. **Conclusion:** The findings of this study show that all of these plant essential oils can significantly prevent the growth of mycelium and germination of pathogen spores and contamination of strawberry fruits, but the effect of caraway essential oil in most cases is better than others. Thus, it can be used as an alternative to fungicides on strawberry fruit.

Key words: Inhibition, Plant essential oil, Caraway, Eucalyptus, *Botrytis*

[✉] Corresponding author: beikzadeh@gmail.com

مقاله پژوهشی

اثر شش اسانس گیاهی بر کپک خاکستری توت‌فرنگی

ناصر بیک‌زاده[✉]، حمید افضلی

مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی خراسان رضوی،

سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، مشهد، ایران

پذیرش: ۱۳۹۹/۰۷/۰۱

دریافت: ۱۳۹۹/۰۴/۱۵

بیک‌زاده ن، افضلی ح (۱۳۹۸) اثر شش اسانس گیاهی بر کپک خاکستری توت‌فرنگی. دانش بیماری‌شناسی گیاهی ۹(۱): ۱۴۰-۱۲۹.
DOI: 10.2982/PPS.9.1.129.

چکیده

مقدمه: کپک خاکستری که عامل آن *Botrytis cinerea* است، مهم‌ترین بیماری پس از برداشت میوه توت‌فرنگی است. استفاده از قارچ‌کش‌های شیمیایی می‌تواند تاثیر سویی بر سلامت مصرف کنندگان داشته باشد، بنابراین کاربرد اسانس‌های گیاهی برای مدیریت بیماری مورد توجه قرار گرفته است. اثر شش اسانس گیاهی بر بیمارگر و آلودگی میوه‌های توت‌فرنگی در این پژوهش مورد بررسی قرار گرفتند، تا اسانس مناسب برای مبارزه با بیماری شناسایی شود. **مواد و روش‌ها:** بیمارگر از میوه‌های توت‌فرنگی آلوده در شمال شرق ایران، جداسازی و شناسایی شد. اثر بازدارندگی غلظت‌های مختلف اسانس‌های نعنای فلفلی، مرزه، زیره سیاه، زیره سبز، اکالیپتوس و آویشن از رشد میسیلیوم و جوانه‌زنی هاگ بیمارگر به روش مخلوط کردن آنها با محیط کشت آزمایش شدند. سپس تاثیر این اسانس‌ها در فازهای مایع و بخار، بر میزان آلودگی میوه‌های توت‌فرنگی آزمایش شدند. داده‌های این آزمایش‌ها بعد از نرم‌سازي با نرم افزار MSTAT-C، تجزیه واریانس شده و میانگین‌ها با آزمون دانکن مقایسه شدند. **یافته‌ها:** اسانس‌های زیره سیاه و اکالیپتوس بیشترین تاثیر در بازدارندگی از رشد میسیلیوم بیمارگر داشتند. اسانس‌های زیره سیاه، زیره سبز، مرزه، آویشن و نعنای فلفلی بیشترین تاثیر در بازدارندگی از جوانه‌زنی هاگ بیمارگر داشتند اسانس‌های زیره سیاه، زیره سبز، مرزه، آویشن و نعنای فلفلی در فاز بخار، اسانس‌های زیره سیاه و اکالیپتوس در فاز مایع، بیشتر از آلودگی میوه جلوگیری کردند. **نتیجه‌گیری:** یافته‌های این پژوهش نشان داد که همه این اسانس‌ها به طور معنی‌داری می‌توانند از رشد میسیلیوم و جوانه‌زنی هاگ بیمارگر و آلودگی میوه‌های توت‌فرنگی جلوگیری کنند، ولی تاثیر اسانس زیره سیاه در بیشتر موارد بهتر از سایرین است. بنابراین از آن می‌توان به عنوان جایگزین قارچ‌کش‌ها روی میوه توت‌فرنگی استفاده کرد.

واژگان کلیدی: بازدارندگی، اسانس گیاهی، زیره سیاه، اکالیپتوس، *Botrytis*

Introduction

مقدمه

کپک خاکستری ناشی از *Botrytis cinerea* Pers.:Fr.، مهم‌ترین بیماری پس از برداشت میوه توت‌فرنگی است، که باعث خسارت اقتصادی می‌شود (Elad et al. 2016, Williamson et al. 2007, Zhang et al. 2007). قارچ‌کش‌های شیمیایی متعددی مانند بنزیمیدازول‌ها برای مهار بیماری‌های پس از برداشت گیاهان

✉ beiczadeh@gmail.com : مسئول مکاتبه

معرفی شده‌اند (Hou et al. 2020)، اما اغلب به‌علت سمیت آنها برای مصرف‌کنندگان، امکان آلودگی محیط زیست، ظهور بیمارگرهای مقاوم به آنها و هزینه بالا، استفاده از آنها مخصوصاً روی میوه‌هایی که به صورت تازه مصرف می‌شوند (مانند توت‌فرنگی)، توصیه نمی‌شوند (Holmes and Eckert 2017, Mbili et al. 2017, Behdani et al. 2012, Abd-Alla et al. 2011, Rahemi 2010, 1999). استفاده از اسانس‌های گیاهی به عنوان یک روش جایگزین کاربرد قارچکش‌ها، برای مدیریت بیماری‌های پس از برداشت در سال‌های اخیر پیشنهاد شده و پژوهش‌های زیادی در ایران و سایر کشورها در مورد آنها انجام شده است (Salehi et al. 2005, Asghari Marjanlo et al. 2009, Hasani et al. 2009, Mohammadi 2013, Aminifard and Aminifard 2011, Mohammadifar et al. 2012, Behdani et al. 2012, Aminifard and Mohammadi 2013, Salek Mearaji et al. 2015, Liu et al. 2016, Behnamian et al. 2017, Mbili et al. 2017, Aliaran et al. 2018, Bergmann and Dole 2018, Mziouid et al. 2018, Reang et al. 2020, Hou et al. 2020, Palfi et al. 2019). پژوهش‌ها نشان داده‌اند که بعضی اسانس‌های گیاهی دارای خاصیت قارچ‌کشی یا باکتری‌کشی هستند (Dorman and Deans 2000, Pandey et al. 2019, Soliman and Badeaa 2002, Palfi et al. 2019). بنابراین، بعضی اسانس‌ها ممکن است جایگزین مناسب سم‌های شیمیایی که در حال حاضر برای مهار بیماری‌های پس از برداشت مورد استفاده قرار می‌گیرند، باشند (Isman 2000, Burt 2004, Liu et al. 2016, Safaei-Farahani and Mostowfizade-Ghalamfarsa 2019). اثر شش اسانس گیاهی بر بیمارگر و آلودگی میوه‌های توت‌فرنگی در این پژوهش مورد بررسی قرار گرفتند، تا اسانس‌های مناسب برای مبارزه با بیماری شناسایی شوند.

Materials and Methods

مواد و روش‌ها

جداسازی بیمارگر

قارچ *B. cinerea* از میوه‌های آلوده توت‌فرنگی که از مزارع توت‌فرنگی در مناطق مشهد، چناران و طرقبه جمع‌آوری شده بودند، جدا و با روش تک‌هاگ، خالص گردید. قارچ بر اساس مشخصات پرگنه روی محیط کشت سیب‌زمینی دکستروز آگار (PDA)، شکل کنیدیوم‌برها و مشخصات کنیدیوم‌ها با استفاده از کلیدهای معتبرشناسایی شد (Barnett and Hunter 1998, Hennebert 1973, Mirzaei et al. 2007). قارچ در دمای چهار درجه سلسیوس بر روی محیط کشت PDA نگهداری شد. با کشت مجدد میسیلیوم این قارچ بر روی محیط کشت PDA و نگهداری در انکوباتور با دمای ۲۵ درجه سلسیوس به مدت ۷-۳ روز، کشت‌های تازه از این قارچ تهیه شد (Dogu and Zobar 2014). از کشت هفت روزه قارچ برای مطالعه اثر اسانس‌ها استفاده شد (Wang et al. 2010). بیماری‌زایی قارچ نیز بر اساس اصول کخ، مورد بررسی قرار گرفت.

تهیه اسانس‌ها، آماده‌سازی غلظت‌ها و طرح آماری

برای تهیه اسانس از گیاهان مورد آزمایش (آویشن، اکالیپتوس، زیره سیاه، زیره سبز، نعناع فلفلی و مرزه)، از دستگاه کلونجر و با روش تقطیر با آب استفاده شد. ابتدا اندام‌های هوایی خشک گیاهان مورد مطالعه توسط آسیاب پودر گردید. سپس ۱۰۰ گرم از آن به داخل بالن ژوژه دستگاه اسانس‌گیری ریخته و ۷۰۰ میلی‌لیتر آب مقطر اضافه شد و به مدت سه ساعت جریان تقطیر انجام گردید. پس از اتمام اسانس‌گیری، اسانس‌ها در شیشه رنگی ریخته شده و در دمای چهار درجه سلسیوس نگهداری شدند (Salehi et al. 2005). به منظور تهیه غلظت‌های مورد نظر، ابتدا از اسانس‌های مورد بررسی در توئین ۸۰ (۰/۰۵ درصد) به عنوان حلال،

امولسیون تهیه شد. سپس جهت تهیه غلظت‌های ۱۲۵، ۲۵۰، ۵۰۰ و ۱۰۰۰ میکرولیتر در لیتر محیط کشت، مقادیر مناسبی از اسانس‌های مذکور به فلاسک‌های حاوی محیط کشت PDA سترون با دمای ۴۲ تا ۴۵ درجه اضافه و هم زده شد تا یکنواخت شود. در تیمار شاهد (غلظت صفر) به همان میزان، آب و توئین اضافه شد (Behnamian et al. 2017). در بررسی تأثیر اسانس‌ها در فاز بخار و مایع، غلظت اسانس‌ها به جای محیط کشت در آب تهیه شد. همه آزمایش‌های این پژوهش به صورت فاکتوریل و در قالب طرح کاملاً تصادفی با پنج تکرار برای هر تیمار انجام شدند.

آزمایش تأثیر اسانس‌های گیاهی بر رشد میسیلیوم بیمارگر

محتویات فلاسک‌ها پس از مخلوط شدن کامل با غلظت‌های مختلف اسانس‌های گیاهی، به داخل تشتک‌های پتری سترون منتقل گردیدند. سپس دیسک‌های هشت میلی‌متری از کشت هفت روزه قارچ در وسط این تشتک‌های پتری قرار داده شد و در انکوباتور با دمای 25 ± 1 درجه سلسیوس نگهداری شدند. این آزمایش با پنج تکرار برای هر تیمار انجام شد. در روزهای متوالی، قطر کلنی‌های قارچ اندازه‌گیری شده و درصد ممانعت از رشد میسیلیوم قارچ با استفاده از فرمول $I=100 \times (C-T/C)$ محاسبه گردید که در آن C مقدار قطر کلنی (میلی‌متر) در شاهد، T نیز مقدار قطر کلنی (میلی‌متر) در تیمار و I درصد بازدارندگی است (Tripathi et al. 2008, Behdani et al. 2012, Dogu and Zobar 2014, Vitoratos et al. 2013, Mbili et al. 2017, Reang et al. 2020).

آزمایش تأثیر اسانس‌های گیاهی بر جوانه‌زنی هاگ بیمارگر

برای بررسی اثر غلظت‌های مختلف اسانس‌ها بر جوانه‌زنی هاگ قارچ، 0.5 میلی‌لیتر از یک سوسپانسیون هاگ (با غلظت 10^4 کنیدی در میلی‌لیتر آب مقطر سترون) تهیه شده از کشت هفت روزه قارچ، روی محیط کشت حاوی غلظت مورد نظر از هر اسانس پخش گردید و در انکوباتور با دمای 25 ± 1 درجه سلسیوس نگهداری شدند. پس از گذشت حدود ۲۰ ساعت، برای تعیین میزان جوانه‌زنی هاگ، هاگ‌های جوانه‌زده با میکروسکوپ شمارش شدند و درصد بازدارندگی از جوانه‌زنی هاگ‌ها با استفاده از فرمول $I=100 \times (SC-ST/SC)$ محاسبه گردید که در آن SC میانگین تعداد هاگ‌های جوانه‌زده در شاهد و ST نیز میانگین تعداد هاگ‌های جوانه‌زده در تیمار و I درصد بازدارندگی است (Abd-Alla et al. 2011, Aminifard and Mohammadi 2013, Vitoratos et al. 2013, Mbili et al. 2017).

آزمایش تأثیر اسانس‌های گیاهی بر آلودگی میوه توت‌فرنگی در فاز بخار

برای بررسی اثر اسانس‌ها در فاز بخار بر آلودگی میوه‌ها، ابتدا روی میوه‌های سالم توت‌فرنگی که با هیپوکلریت سدیم ۱٪ ضدعفونی شده بودند، با یک سوزن سترون زخم‌هایی ایجاد شد و سپس این میوه‌ها با سوسپانسیون به غلظت 10^6 کنیدیوم در میلی‌لیتر آب مقطر سترون تلقیح شدند. این میوه‌های تلقیح شده، به داخل دسیکاتورهای حاوی غلظت‌های اسانس‌های مورد آزمایش و حلال به عنوان شاهد منتقل گردیدند و به مدت چهار روز در دمای 19 ± 1 درجه سلسیوس نگهداری شدند. سپس درصد جلوگیری از آلودگی میوه‌ها در هر تیمار تعیین شد (Mbili et al. 2017).

آزمایش تأثیر اسانس‌های گیاهی بر آلودگی میوه توت‌فرنگی در فاز مایع

برای بررسی اثر اسانس‌ها به صورت مایع بر آلودگی میوه‌ها، پس از محلول‌پاشی سطح میوه‌های ضدعفونی

شده (با هیپوکلریت سدیم ۰.۱٪) با هر کدام از غلظت‌های اسانس‌ها و حلال به عنوان شاهد، روی سطح میوه‌ها با یک سوزن سترون زخم‌هایی ایجاد شد و سپس این میوه‌ها با سوسپانسیون به غلظت 10^6 کنیدیوم در میلی لیتر آب مقطر سترون تلقیح شدند. میوه‌های تلقیح شده در داخل کیسه‌های پلاستیکی گذاشته شده و به مدت چهار روز در دمای 25 ± 1 درجه سلسیوس نگهداری شدند. سپس درصد جلوگیری از آلودگی میوه‌ها در هر تیمار تعیین شد.

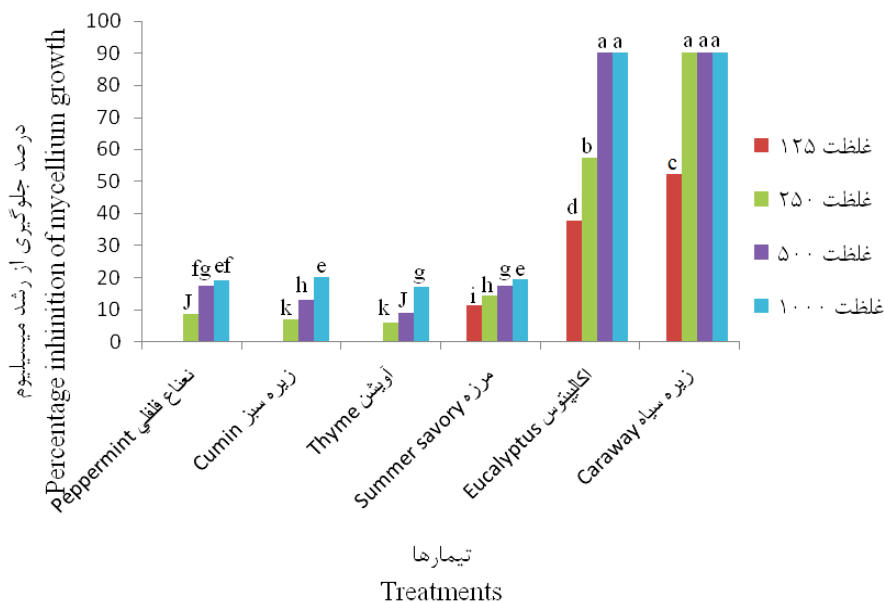
داده‌های بدست آمده از هر آزمایش پس از نرمال‌سازی با روش $X = \arcsin \sqrt{Y}$ (Steel 1997)، با نرم افزار MSTAT-C مورد تجزیه واریانس قرار گرفتند و میانگین‌ها با آزمون چند دامنه‌ای دانکن مقایسه شدند.

Results

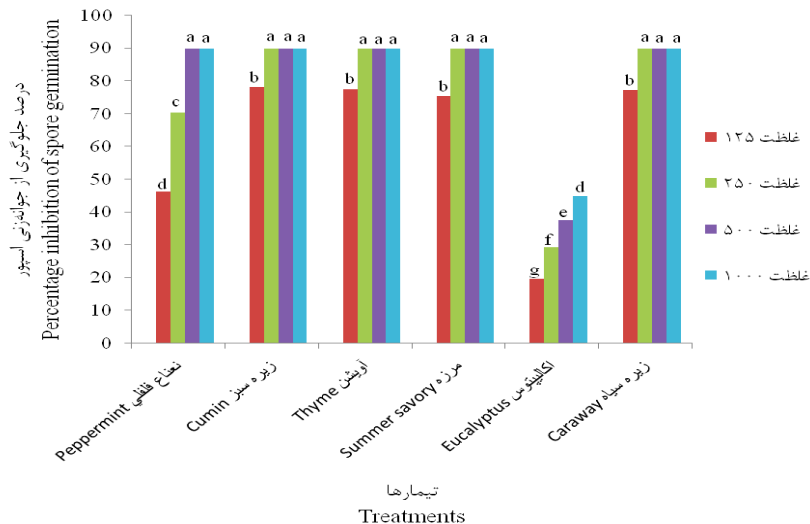
یافته‌ها

با مطالعه خصوصیات پرگنه، کنیدیوم‌بر و کنیدیوم، قارچ *Botrytis cinerea* شناسایی گردید. آزمون بیماری‌زایی این قارچ نیز بر روی میوه‌های توت‌فرنگی، مثبت ارزیابی گردید به طوری که ۴۸ ساعت پس از مایه‌زنی، پوسیدگی کل میوه را در برگرفت و جداسازی مجدد عامل این بیماری از حاشیه بافت سالم و آلوده، بیماری‌زایی آن را اثبات نمود.

آزمایش تأثیر اسانس‌های گیاهی بر رشد میسیلیوم بیمارگر نشان داد که در بین اسانس‌های مورد آزمایش، اختلاف معنی‌داری در سطح ۰/۰۵ وجود دارد. اسانس زیره سیاه در غلظت‌های ۲۵۰، ۵۰۰ و ۱۰۰۰ قسمت در میلیون و اسانس اکالیپتوس در غلظت‌های ۵۰۰ و ۱۰۰۰ قسمت در میلیون بهترین نتیجه را داشتند (شکل ۱). با توجه به اصل توصیه کم‌ترین غلظت، بهترین غلظت اسانس‌های زیره سیاه و اکالیپتوس به ترتیب غلظت های ۲۵۰ و ۵۰۰ قسمت در میلیون تعیین گردید.

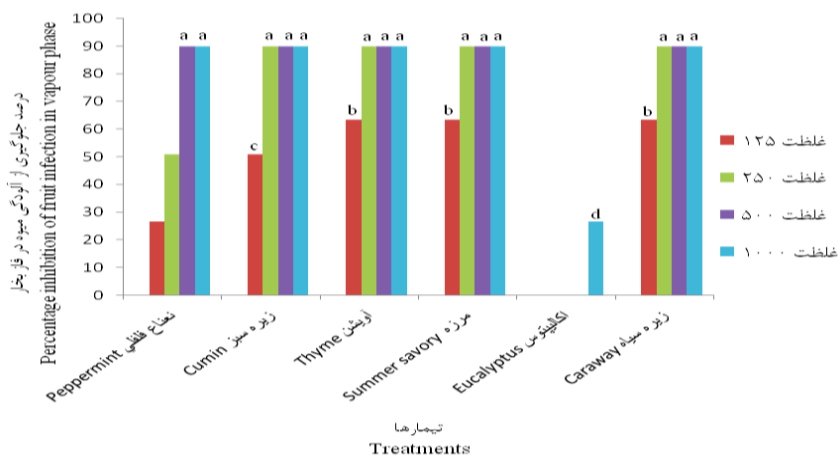


شکل ۱. درصد بازدارندگی از رشد میسیلیوم *Botrytis cinerea* در غلظت‌های مختلف شش اسانس گیاهی
Figure 1. Percentage inhibition of mycelium growth of *Botrytis cinerea* by different concentrations of six plant essential oils



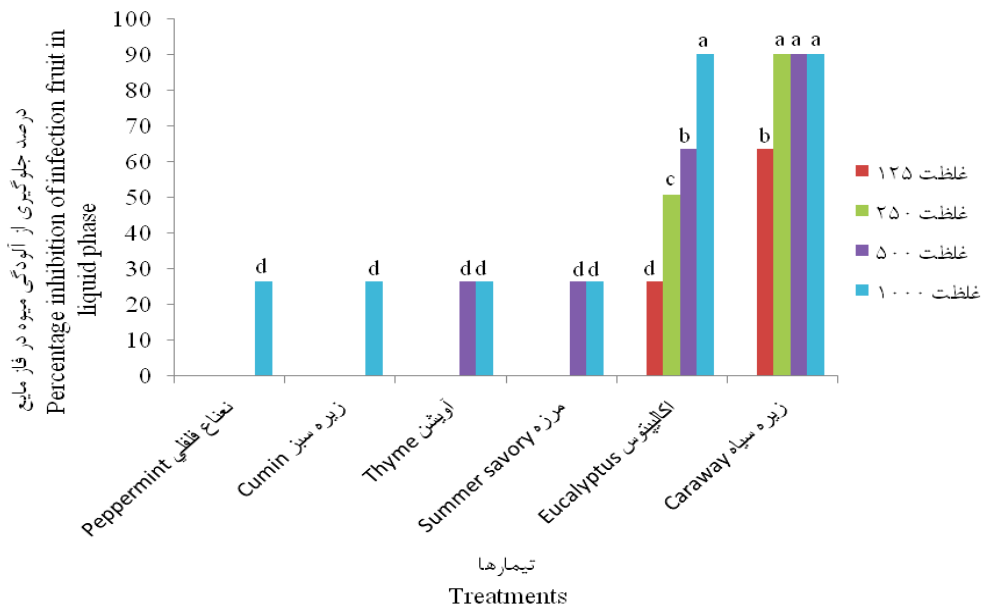
شکل ۲. درصد جلوگیری از جوانه‌زنی هاگ *Botrytis cinerea* در غلظت‌های مختلف شش اسانس گیاهی
Figure 2. Percentage inhibition of spore germination of *Botrytis cinerea* by different concentrations of six plant essential oils.

نتیجه آزمایش تأثیر اسانس‌های گیاهی بر جوانه‌زنی هاگ بیماری‌گر، حاکی از مؤثر بودن آن‌ها داشت به طوری که در تمامی غلظت‌های اسانس‌های مورد آزمایش، اختلاف معنی‌داری با شاهد مشاهده گردید. بهترین اثر بازدارندگی مربوط به اسانس‌های آویشن، مرزه، زیره سیاه و زیره سبز در غلظت ۲۵۰ قسمت در میلیون بود که به طور کامل از جوانه‌زنی هاگ جلوگیری نموده و به همراه غلظت‌های ۵۰۰ و ۱۰۰۰ قسمت در میلیون اسانس‌های نعناع، زیره سبز، آویشن، مرزه و زیره سیاه در یک گروه آماری قرار گرفتند (شکل ۲).
نتیجه آزمایش بررسی اثر اسانس‌ها بر آلودگی میوه‌ها در فاز بخار در شرایط درون زیوه، نشان دهنده بهترین اثر غلظت‌های ۲۵۰، ۵۰۰ و ۱۰۰۰ قسمت در میلیون اسانس‌های زیره سبز، آویشن، مرزه و زیره سیاه و نعناع بود (شکل ۳).



شکل ۳. درصد جلوگیری از آلودگی میوه‌های توت‌فرنگی به *Botrytis cinerea* در غلظت‌های مختلف شش اسانس گیاهی در فاز بخار.

Figure 3. Percentage inhibition of strawberry fruit infection by *Botrytis cinerea* in different concentrations of six plant essential oils in vapor phase.



شکل ۴. درصد جلوگیری از آلودگی میوه‌های توت‌فرنگی به *Botrytis cinerea* در غلظت‌های مختلف شش اسانس گیاهی در فاز مایع.

Figure 4. Percentage inhibition of strawberry fruit infection by *Botrytis cinerea* in different concentrations of six plant essential oils in liquid phase.

مقایسه میانگین‌های داده‌های آزمایش تعیین اثر اسانس‌ها در فاز مایع بر آلودگی میوه‌ها در شرایط درون زیوه، نشان داد که غلظت ۱۰۰۰ قسمت در میلیون اسانس اکالیپتوس و غلظت‌های ۲۵۰، ۵۰۰ و ۱۰۰۰ قسمت در میلیون اسانس زیره سیاه بهترین اثر را داشته و مانع از آلودگی میوه‌های توت‌فرنگی می‌گردند (شکل ۴). با توجه به اصل توصیه کمترین غلظت، بهترین غلظت اسانس‌های زیره سیاه و اکالیپتوس به ترتیب غلظت‌های ۲۵۰ و ۱۰۰۰ قسمت در میلیون تعیین گردید.

Discussion

بحث

اسانس‌های گیاهی به نظر می‌رسد که در تحریک سازوکارهای دفاعی گیاهان در برابر عوامل بیماریزا، نقش داشته باشند (Mihaliak et al. 1991, Palfi et al. 2019). گزارش‌های متعدد نشان داده‌اند که بعضی اسانس‌های گیاهی در شرایط آزمایشگاهی از بیماری‌های قارچی پس از برداشت جلوگیری می‌کنند (Bishop and Reagan 1998, Reagan 1998, Singh and Tripathi 1999, Bellerbeck et al. 2001, Hidalgo et al. 2002, Liu et al. 2016). پژوهشی نشان داده که اسانس‌های دو گیاه زیره سیاه و نعناع می‌توانند بیماری کپک خاکستری پس از برداشت در میوه آلو را به طور موثری مهار کنند و بر این اساس کاربرد این دو اسانس به عنوان روشی جایگزین مبارزه شیمیایی توصیه شده است (Aminifard and Mohammadi 2013).

اثر اسانس شش گیاه در شرایط درون زیوه بر *B. cinerea* عامل بیماری کپک خاکستری توت‌فرنگی، در این پژوهش مورد بررسی قرار گرفتند و نشان داده شد که با افزایش غلظت اسانس‌ها، فعالیت ضدقارچی آن‌ها بر علیه این قارچ نیز افزایش می‌یابد. بر اساس این یافته‌ها، فقط اسانس زیره سیاه در غلظت‌های ۲۵۰، ۵۰۰ و ۱۰۰۰ پی‌پی‌ام و اسانس اکالیپتوس در غلظت‌های ۵۰۰ و ۱۰۰۰ قسمت در میلیون در شرایط درون شیشه

به‌طور کامل از رشد میسلیوم این قارچ جلوگیری کردند. این یافته با یافته پژوهش (Tripathi et al. 2008) که نشان دادند اسانس اکالیپتوس می‌تواند در غلظت ۵۰۰ قسمت در میلیون به طور کامل از رشد *B. cinerea* جلوگیری کند، مطابقت دارد. در بررسی فعالیت ضدقارچی برخی اسانس‌های گیاهان دارویی بر چند قارچ از جمله *B. cinerea*، نشان داده شده که زیره سیاه بیش‌ترین اثر قارچ‌کشی را دارد و می‌تواند به‌طور کامل از رشد این قارچ در غلظت ۴۰۰ قسمت در میلیون جلوگیری کند (Mohammadi and Aminifard 2011, Mohammadifar et al. 2012). اسانس آویشن از قارچ‌های متعددی از جمله قارچ‌های بیماری‌زای پس از برداشت و تولیدکننده توکسین نیز جلوگیری می‌کند (Nguefak et al. 2004, Reddy et al. 1997). با توجه به یافته‌های این پژوهش اسانس زیره سیاه و اکالیپتوس می‌توانند در جلوگیری از رشد این قارچ بیمارگر و مهار بیماری کپک خاکستری توت فرنگی مورد استفاده قرار گیرند. با این حال از آن‌جا که اسانس زیره سیاه ممکن است اثری مثبت بر برخی ویژگی‌های کیفی میوه‌ها داشته باشد و حداقل غلظت بازدارندگی آن کم‌تر از اکالیپتوس است، این اسانس می‌تواند به عنوان جایگزینی برای قارچ‌کش‌های شیمیایی باشد. فعالیت ضد میکروبی اسانس این گیاه به علت وجود کاروون (Carvon)، لیمونن (Limonene)، کارواکرول (Carvacrol) و لینالول (Linalool) می‌باشد که از رشد قارچ‌ها و باکتری‌ها جلوگیری می‌کند (Iacobellis et al. 2005). اسانس‌های گیاهی می‌توانند بدون این که تأثیر قابل توجهی بر کیفیت محصولات انباری داشته باشند، عمر آن‌ها را افزایش دهند (Asghari, Marjanlo et al. 2009).

Conclusion

نتیجه‌گیری

یافته‌های این مطالعه نشان دادند که از اسانس‌های آویشن، اکالیپتوس، زیره سیاه، زیره سبز، نعناع فلفلی و مرزه می‌توان برای مدیریت بیماری پوسیدگی خاکستری توت‌فرنگی استفاده کرد. در بین این اسانس‌ها، اسانس زیره سیاه با توجه به اثر بازدارندگی بهتر در شرایط درون زیوه در مقایسه با دیگر اسانس‌ها، برای مهار این بیماری توصیه می‌گردد. اگرچه اسانس اکالیپتوس نیز چنین خاصیتی دارد، ولی این اسانس در غلظت ۱۰۰۰ قسمت در میلیون به صورت مایع اثر بازدارندگی از آلودگی میوه دارد در حالی که اسانس زیره سیاه در غلظت پایین‌تر ۲۵۰ قسمت در میلیون از آلودگی میوه جلوگیری می‌کند.

References

منابع

1. Abd-Alla MA, Abd-El-Kader MM, Abd-El-Kareem F, El-Mohamedy RSR (2011) Evaluation of lemongrass, thyme and peracetic acid against gray mold of strawberry fruits. *Journal of Agricultural Technology* 7:1775-1787.
2. Aliaran A, Nourollahi K, Shahivand M (2018) Evaluation of antifungal effects of essential oil savory, cinnamon and fennel on the growth of three species of plant pathogenic fungi in vitro. *Applied Biology* 31:190-206. (In Persian with English Abstract).
3. Aminifard MH, Mohammadi S (2013) Essential oils to control *Botrytis cinerea* in vitro and in vivo on plum fruits. *Journal of the Science of Food and Agriculture* 93:348-353.
4. Anthony S, Abeyvikrama K, Wilson WS (2003) The effect of spraying essential oils of *Cymbopogon nardus*, *Cymbopogon flexuosus* and *Ocimum basilicum*

- postharvest diseases and storage life of Embul banana. *Journal of Horticultural Science and Biotechnology* 78:780-785.
5. Antonov A, Stewart A, Walter M (1997) Inhibition of conidium germination and mycelial growth of *Botrytis cinerea* by natural products. *Proceedings of the 50th N.Z. Plant Protection Conference, Hastings, New Zealand*, p.159.
 6. Arras G, Agabbio M, Piga A, D'hallewin G, Gerasopoulos D, Olympios C, Passam H (1993) Fungicide effect of volatile compounds of *Thymus capitatus* essential oil. In *International Symposium on Quality of Fruit and Vegetables: Influence of Pre-and Post-Harvest Factors and Technology* 379:593-600.
 7. Asghari Marjanlo A, Mostofi Y, Shoeibi S, Fattahi M (2009) Effect of cumin essential oil on postharvest decay and some quality factors of strawberry. *Journal of Medicinal Plants* 8:25-43.
 8. Bakkali F, Averbeck S, Averbeck D, Idaomar M (2008). Biological effects of essential oils- a review. *Food and Chemical Toxicology* 46:446-475.
 9. Barnett HL, Hunter BB (1998) *Illustrated genera of imperfect fungi*. Fourth edition, APS Press, Minnesota, USA, 218p.
 10. Behdani M, Pooyan M, Abbasi S (2012) Evaluation of antifungal activity of some medicinal plants essential oils against *Botrytis cinerea*, causal agent of postharvest apple rot, *in vitro*. *International Journal of Agriculture and Crop Sciences* 4:1012-1016.
 11. Behnamian M, Najafi Z, Davari M, DEzhsetan S (2017) Antifungal activity of medicinal plant essential oils against *Mycogone pernicioso*, causal agent of wet bubble and their effects on button mushroom. *Biological Control of Pests and Plant Diseases* 6:111-119. (In Persian with English Abstract).
 12. Bellerbeck VG, De Roques CG, Bessiere JM, Fonvieille JL, Dargent R (2001) Effect of *Cymbopogon nardus* (L) W. Watson essential oil on the growth and morphogenesis of *Aspergillus niger*. *Canadian Journal of Microbiology* 47:9-17.
 13. Bergmann BA, Dole JM (2018) Influence of essential oils on post-infection Botrytis damage in cut roses. *Journal of Environmental Horticulture* 36:45-57.
 14. Bishop CD , Reagan J (1998) Control of the storage pathogen *Botrytis cinerea* on dutch white cabbage (*Brassica oleracea* var *capitata*) by the essential oil of *Melaleuca alternifolia*. *Journal of Essential Oil Research* 10:57-60.
 15. Burt S (2004) Essential oils: their antibacterial properties and potential applications in foods-a review. *International Journal of Food Microbiology* 94:223-253.
 16. Daferera DJ, Ziogas BN, Polissiou MG (2003) The effectiveness of plant essential oils on the growth of *Botrytis cinerea*, *Fusarium* sp. and *Clavibacter michiganensis* subsp. *michiganensis*. *Crop Protection* 22:39-44.
 17. De Almeida LFR, Frei F, Mancini E, Martino LD, Feo VD (2010) Phytotoxic activities of Mediterranean essential oils. *Molecules* 15:4309-4323.
 18. Dogu DM, Zobar D (2014) Effects of some plant essential oils against *Botrytis cinerea* and *Tetranychus urticae* on grapevine. *Turkish Journal of Agricultural and Natural Sciences (Special Issue)* 1:1268-1273.
 19. Dorman HJD, Deans SG (2000) Antimicrobial agents from plants: antibacterial activity of plant volatile oils. *Journal of Applied Microbiology* 88:308-316.
 20. Elad Y, Vivier M, Fillinger S (2016) Botrytis, the good, the bad and the ugly. Pp.1-15. In: S Fillinger, Y Elad (eds.). *Botrytis-the fungus, the pathogen and its management in agricultural systems*. Springer International Publishing Switzerland.

21. Hasani A, Jalili Marandi R, Ghosta Y (2009) Use of essential oils in control of grey mold (*Botrytis cinerea*) infection in of pear fruits. Iranian Journal of Horticultural Science 40:9-18. (In Persian with English Abstract).
22. Hennebert GL (1973) Botrytis and Botrytis-like genera. Persoonia-Molecular Phylogeny and Evolution of Fungi 7:183-204.
23. Hidalgo PJ, Uebera JL, Santos JA, LaFont F, Castelanos C, Palomino A, Roman M (2002) Essential oils in *Culamintha sylvatica*. *Broma*. ssp. *ascendens* (Jordan) P.W. Ball wild and cultivated productions and antifungal activity. Journal of Essential Oil Research 14:68-71.
24. Holmes GJ, Eckert JW (1999) Sensitivity of *Penicillium digitatum* and *P. italicum* to postharvest citrus fungicides in California. Phytopathology 89:716-721.
25. Hou H, Zhang X, Zhao T, Zhou L (2020) Effects of *Origanum vulgare* essential oil and its two main components, carvacrol and thymol, on the plant pathogen *Botrytis cinerea*. PeerJ 8:e9626.
26. Iacobellis NS, Cantore PL, Capasso F, Senatore F (2005) Antibacterial activity of *Cuminum cyminum* L. and *Carum carvi* L. essential oils. Journal of Agricultural and Food Chemistry 53:57-61.
27. Isman MB (2000) Plant essential oils for pest and disease management. Journal of Crop Protection 19:603-608.
28. Liu S, Shao X, Wei Y, Li Y, Xu F, Wang H (2016) *Solidago canadensis* L. essential oil vapor effectively inhibits *Botrytis cinerea* growth and preserves postharvest quality of strawberry as a food model system. Frontiers in Microbiology 7:1179.
29. Marotti M, Dellacecca V, Piccaglia R, Giovanelli E (1993) Agronomic and chemical evaluation of three "varieties" of *Foeniculum vulgare* Mill. In WOCMAP I-Medicinal and Aromatic Plants Conference: part 3 of 4331. 63-70.
30. Masih EI, Paul B (2002) Secretion of β -1, 3-glucanases by the yeast *Pichia membranifaciens* and its possible role in the biocontrol of *Botrytis cinerea* causing grey mold disease of the grapevine. Current Microbiology 44:391-395.
31. Mbili NC, Opara UL, Lennox CL, Vries FA (2017) Citrus and lemongrass essential oils inhibit *Botrytis cinerea* on 'Golden Delicious', 'Pink Lady' and 'Granny Smith' apples. Journal of Plant Diseases and Protection 124:499-511.
32. Mihaliak CA, Gershenzo J, Croteau R (1991) Lack of rapid monoterpene turnover in rooted plants, implications for theories of plant chemical defense. Oecologia 87:373-376.
33. Mirzaei S, Goltapeh EM, Shams-Bakhsh M (2007) Taxonomical studies on the genus *Botrytis* in Iran. Journal of Agricultural Technology 3:65-76.
34. Mohammadi S, Aminifard MH (2011) *In vitro* and *in vivo* antifungal activities of three essential oils against grey mould disease in cucumber (*Cucumis sativus*). Asian Journal of Plant Sciences 10:287-293.
35. Mohammadifar M, Tavakol Norabadi M, Hasanzadeh M, Dashtipoor S, Etebarian HR, Sahebani N (2012) Study of antifungal activities of seven essential oils from some Iranian medicinal plants against various postharvest phytopathogenic fungi. Archives of Phytopathology and Plant Protection 45:2046-2056.
36. Mziouid A, Senhaji B, Heimeur N, Chebli H, Bounimi S, Mayad E, Chebli B (2018) Evaluation of the antifungal activity of five aromatic plants essential oils against *Botrytis cinerea* and their efficiency for keeping quality of fresh raspberries and strawberries. Applied Journal of Environmental Engineering Science 4:467-472.

37. Nguefak J, Leth V, Zollo A, Mathur SB (2004) Evaluation of five essential oils from aromatic plant of Cameroon for controlling food spoilage and mycotoxin producing fungi. *International Journal of Food Microbiology* 94:329-334.
38. Palfi M, Konjevoda P, Vrandečić K, Čosić J (2019) Antifungal activity of essential oils on mycelial growth of *Fusarium oxysporum* and *Bortytis cinerea*. *Emirates Journal of Food and Agriculture* 31:544-554.
39. Pandey R, Kalra A, Tandon S, Mehrotra N, Singh HN, Kumar S (2000) Essential oils as potent sources of nematicidal compounds. *Journal of Phytopathology* 148:501-502.
40. Plaza P, Torres R, Usall J, Lamarca N, Vinas I (2004) Evaluation of the potential of commercial post harvest application of essential oils to control citrus decay. *Journal of Horticultural Science and Biotechnology* 79:935-940.
41. Plotto A, Roberts DD, Roberts RG (2003) Valuation of plant essential oils as natural postharvest disease control of tomato (*Lycopersicon esculentum*). In XXVI International Horticultural Congress: Issues and Advances in Postharvest Horticulture 628:737-745.
42. Rahemi M (2010) Post-harvest Physiology: Preface on Physiology and Transfer of Fruit, Vegetable and Ornamental Plants. Shiraz University Press, Iran, 437p. (In Persian).
43. Reang SP, Mishra JP, Prasad R (2020) In vitro antifungal activities of five plant essential oils against *Botrytis cinerea* causing gray mold of orange. *Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry* 9:1046-1048.
44. Reddy MVB, Angres P, Gosselin A, Arul J (1997) Characterization and use of essential oil from *Thymus vulgaris* against *Botrytis cinerea* and *Rhizopus stolonifer* in strawberry fruit. *Phytochemistry* 97:1515-1520.
45. Safaei-Farahani B, Mostowfizade-Ghalamfarsa R (2019) Fungal plant disease management by natural essential oils. *Plant Pathology Science* 8:24-37. (In Persian with English Abstract).
46. Salehi P, Sonboli A, Eftekhar F, Nejad-Ebrahimi S, Yousefzadi M (2005) Essential oil composition, antibacterial and antioxidant activity of the oil and various extracts of *Ziziphora clinopodioides* subsp. *rigida* (BOISS.) RECH. F. from Iran. *Biological and Pharmaceutical Bulletin* 28:1892-1896.
47. Salek Mearaji H, Salek Naghdi R, Tafreshi K (2015) Suppressiveness of rosemary (*Rosmarinus officinalis*) and fennel (*Foeniculum vulgare*) essential oils on *Fusarium oxysporum*. *Research in Plant Pathology* 3:57-68. (In Persian with English Abstract).
48. Singh J, Tripathi NN (1999) Inhibition of storage fungi of black gram (*Vigna mungo* L.) by some essential oils. *Flavour and Fragrance Journal* 14:42-44.
49. Siripornvisal S, Rungprom W, Sawatdikarn S (2009) Antifungal activity of essential oils derived from some medicinal plants against grey mold (*Botrytis cinerea*). *Asian Journal of Food and Agro-Industry* S229-S233.
50. Soliman KM, Badeaa RI (2002) Effect of oil extracted from some medicinal plants on different mycotoxigenic fungi. *Food and Chemical Toxicology* 40:1669-1675.
51. Spadaro D, Gullino ML (2004) State of the art and future prospects of the biological control of postharvest fruit diseases. *International Journal of Food Microbiology* 91:185-194.
52. Steel RG (1997) Principles and procedures of statistics a biometrical approach. 3rd ed. McGraw Hill Book Co. Inc., New York, USA, 666p.

53. Lee SO, Choi GJ, Jang KS, Lim HK, Cho KY, Kim JC (2007) Antifungal activity of five plant essential oils as fumigant against postharvest and soil borne plant pathogenic fungi. *The Plant Pathology Journal* 23:97-102.
54. Suzuki K, Kato T, Takahashi J, Kamoshita K (1984) Mode of action of methyl N-(3,5-dichlorophenyl)-carbamate in the benzimidazole-resistant isolate of *Botrytis cinerea*. *Journal of Pesticide Science* 9:497-501.
55. Tian SP (2006) Microbial control of postharvest diseases of fruits and vegetables: current concepts and future outlook. *Microbial Biotechnology in Horticulture* 1:163-202.
56. Tripathi P, Dubey NK, Shukla EK (2008) Use of some essential oils as post-harvest botanical fungicides in the management of grey mold of grapes caused by *Botrytis cinerea*. *World Journal of Microbiology and Biotechnology* 24:39-46.
57. Vitoratos A, Bilalis D, Karkanis A, Efthimiadou A (2013) Antifungal activity of plant essential oils against *Botrytis cinerea*, *Penicillium italicum* and *Penicillium digitatum*. *Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca* 41:86-92.
58. Wang C, Zhang J, Chen H, Fan Y, Shi Z (2010) Antifungal activity of eugenol against *Botrytis cinerea*. *Tropical Plant Pathology* 5:137-143.
59. Williamson B, Tudzynski B, Tudzynski P, Van Kan JAL (2007) *Botrytis cinerea*: the cause of gray mold disease. *Molecular Plant Pathology* 8:561-580.
60. Wilson CL, Solar JM, El Ghaouth A, Wisniewski ME (1997) Rapid evaluation of plant extracts and essential oils for antifungal activity against *Botrytis cinerea*. *Plant Disease* 81:204-210.
61. Zhang H, Wang L, Dong Y, Jiang S, Cao J, Meng R (2007) Postharvest biological control of gray mold decay of strawberry with *Rhodotorula glutinis*. *Biological Control* 40:287-292.